



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 48 265 A 1**

⑤ Int. Cl. 7:  
**H 02 K 7/06**  
F 16 H 25/20

⑳ Aktenzeichen: 199 48 265.9  
㉑ Anmeldetag: 6. 10. 1999  
㉒ Offenlegungstag: 10. 5. 2001

⑥ Innere Priorität:  
299 17 213. 9 30. 09. 1999  
⑦ Anmelder:  
Eduard Bautz GmbH & Co.KG, 64331 Weiterstadt,  
DE  
⑧ Vertreter:  
Keil & Schaafhausen Patentanwälte, 60322  
Frankfurt

⑦ Erfinder:  
Gutmann, Michael, Dipl.-Ing. (TH), 67596  
Dittelsheim-Heßloch, DE; Haaß, Timo, Dipl.-Ing.  
(FH), 64331 Weiterstadt, DE

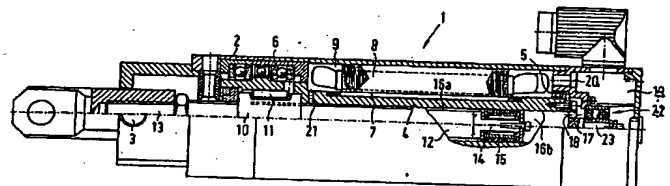
⑤ Entgegenhaltungen:  
DE 34 16 938 C2  
DE 33 08 537 C1  
EP 04 13 829 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Linearstellglied

⑤7 Es wird ein Linearstellglied für die Umsetzung einer rotatorischen Antriebskraft in eine translatorische Stellbewegung beschrieben, das ein Gehäuse (2), einen in dem Gehäuse (2) drehbar gelagerten Hohlwellenrotor (4), der bspw. über einen mehrphasigen Stator (8) oder dgl. drehangetrieben wird, und eine in dem Hohlwellenrotor (4) längsverschieblich angeordnete Spindel (12) aufweist, die mit einer mit dem Hohlwellenrotor (4) verbundenen Spindelmutter (10) in Gewindeeingriff steht und gegen eine Drehung abgestützt ist. Eine Entlastung der Spindelmutter (10) von Querkraften wird dadurch erreicht, dass die Spindel (12) in dem Hohlwellenrotor (4) über ein gleitendes Stützlager (15) gelagert ist, das auf der Spindel (12) angebracht ist und sich mit dieser innerhalb des Hohlwellenrotors (4) verschiebt.



**DE 199 48 265 A 1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Linearstellglied für die Umsetzung einer rotatorischen Antriebskraft in eine translatorische Stellbewegung mit einem Gehäuse, mit einem in dem Gehäuse drehbar gelagerten, bspw. permanenterregten Hohlwellenrotor, der bspw. über einen mehrphasigen Stator oder dgl. drehangetrieben wird, und mit einer in dem Hohlwellenrotor längsverschieblich angeordneten Spindel, die mit einer mit dem Hohlwellenrotor verbundenen Spindelmutter im Gewindeeingriff steht und die gegen eine Eigendrehung abgestützt ist.

Derartige Linearstellglieder werden in vielfältiger Weise eingesetzt, um kurzhubige hin- und hergehende Bewegungen auszuführen. Hierzu wird mit einem entsprechenden Stator ein Drehfeld erzeugt, das einen in dem Motorgehäuse angeordneten Hohlwellenrotor antreibt. In dem Hohlwellenrotor ist eine Spindelmutter vorgesehen, die über eine Passfeder oder dgl. mit dem Hohlwellenrotor verbunden ist, so dass sie sich gemeinsam mit diesem dreht. Durch die Spindelmutter ist eine Kugelrollspindel hindurchgeführt, die über eine Drehmomentenstütze an einer Drehung gehindert wird. Bei einer über die Spindelmutter übertragenen Drehung des Hohlwellenrotors vollzieht die Spindel somit eine translatorische Bewegung relativ zu dem Hohlwellenrotor. Der Hohlwellenrotor bildet ein nach beiden Seiten offenes Rohr, so dass die Spindel je nach Drehrichtung des Motors links oder rechts aus dem Hohlwellenrotor ausfährt. Problematisch ist hierbei die Genauigkeit der Lagerung der Spindel, da eine Verkantung in der Spindelmutter verhindert werden soll. Hierzu kann die Lagerung der Spindel bspw. durch eine zweite Spindelmutter unterstützt werden, durch die die Spindel hindurchfährt. Die auf die Spindel und die Spindelmutter wirkenden Querkräfte sind jedoch relativ hoch, so dass derartige Kugelgewindetriebe oft eine nicht zufriedenstellende Lebensdauer haben und regelmäßig ausgetauscht werden müssen. Es wurde bereits versucht, die Lebensdauer durch Verwendung sogenannter Planetenrollspindeln, die Radialkräfte besser aufnehmen können, zu erhöhen, doch bewirkt dies gleichzeitig eine erhebliche Kostensteigerung.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, die über die Spindel auf die Spindelmutter wirkenden Querkräfte zu reduzieren und eine Verlängerung der Einsatzzeit zu erreichen.

Diese Aufgabe wird bei einem gattungsgemäßen Linearstellglied im wesentlichen dadurch gelöst, dass die Spindel in dem Hohlwellenrotor über ein gleitendes Stützlager gelagert ist, das auf der Spindel angebracht ist und sich mit dieser innerhalb des Hohlwellenrotors verschiebt.

Das Stützlager übernimmt nicht nur die durch die Verschiebung der Spindel benötigte axiale Lagerung, sondern auch die durch die sich drehende Rotorinnenwand aufgebrachte radiale Belastung. Dadurch ist die Spindel quasi spielfrei in dem Hohlwellenrotor gelagert und die auf die Spindel übertragenen Querkräfte können reduziert und die Lebensdauer des Gewindetriebes wesentlich erhöht werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist an dem der Spindelmutter abgewandten Ende der Spindel ein Zapfen vorgesehen, auf dem das Stützlager angebracht ist. Dadurch wird Platz für die Aufnahme des Stützlagers geschaffen, ohne die Gesamtgröße des Linearstellgliedes, insbesondere den Durchmesser des Hohlwellenrotors, zu vergrößern.

Das Stützlager weist erfindungsgemäß eine Gleitlagerhülse auf, in welche ein oder mehrere Radiallager eingebracht sind. Über das Gleitlager wird die Axialbewegung der Spindel aufgenommen, während die Radiallager die Rotativbewegung des Hohlwellenrotors aufnehmen. Die am

Spindelende auftretenden Querkräfte werden somit im Hohlwellenrotor abgefangen und wirken sich in geringerem Maße auf das Gewinde der Spindel und die Spindelmutter aus.

Vorzugsweise ist die Gleitlagerhülse eine mit Graphit oder dgl. versetzte Metallhülse, so dass sie unmittelbar als Gleitlager dienen kann.

Bei einer anderen Ausführungsform ist die Gleitlagerhülse ein vorzugsweise zweiteiliger Ring, auf den ein Gleitlager aufgeschoben ist. Hierdurch lassen sich standardmäßige Gleitlager verwenden.

In die Gleitlagerhülse sind vorzugsweise zwei Radiallager eingesetzt, zwischen denen ein Distanzring oder dgl. vorgesehen ist, der für einen verspannungsfreien Sitz sorgt.

Diese fest ineinander gefügte Kombination aus Radial- und Axialgleitlager wird auf den an der Spindel vorgesehenen Zapfen aufgeschoben und über Montagescheiben oder dgl. fest verklemt und/oder verschraubt.

Da die auf die Spindel wirkenden Radial- und Axialkräfte nun im Hohlwellenrotor abgefangen werden, ist es nicht mehr notwendig, die Spindel auf beiden Seiten aus dem Hohlwellenrotor herauszuführen und zu lagern. Vielmehr kann der Hohlwellenrotor einseitig verschlossen werden. Dies ermöglicht die Verwendung von Standardmotorgehäusen und Standardelementen, so dass sich die Gesamtkosten des Linearstellgliedes verringern lassen. Erfindungsgemäß wird der Hohlwellenrotor an seinem dem Stützlager der Spindel zugewandten Ende über eine Kappe oder dgl. verschlossen, der vorzugsweise ein Gebersystem, z. B. ein sag. Resolver, zur Erfassung der Geschwindigkeit und Lage des Hohlwellenrotors zur Ansteuerung des Motors über eine programmierbare Steuereinheit zugeordnet ist. Die Verwendung derartiger Rückmeldesysteme für die Motoransteuerung war bei herkömmlichen Spindelmotoren mit Hohlwellenrotor mit großem Aufwand verbunden, da Sonderanfertigungen mit einem entsprechenden Innendurchmesser benutzt werden mussten, die auf die Hohlwellen montiert wurden. Demgegenüber können bei der erfindungsgemäßen Ausführung marktübliche Resolver verwendet werden, die kostengünstiger sind und einfach und exakt an den Hohlwellenrotor bzw. an die Endkappe angebaut werden können.

Das die Spindel in dem Hohlwellenrotor abstützende Stützlager trennt den Innenraum des Hohlwellenrotors in erste und zweite Kammern. Um zu verhindern, dass das Stützlager bei einer Hin- und Herbewegung der Spindel als eine Art Kolben wirkt und einen Druck in dem Motorsystem aufbaut, ist gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass die erste und zweite Kammer des Hohlwellenrotorinnenraumes über Durchgänge miteinander in Verbindung stehen. Hierdurch wird ein Druckausgleich geschaffen, so dass eine Beeinträchtigung der Motorfunktion durch eine Pumpenfunktion des Stützlagers verringert wird.

In Weiterbildung dieses Erfindungsgedankens ist in der Kappe ein Durchgang ausgebildet, über den die erste Kammer des Hohlwellenrotors mit einem das Gebersystem aufnehmenden Resolverraum verbunden ist, wobei der Resolverraum über einen Durchgang mit einem den Stator oder dgl. aufnehmenden Statorraum verbunden ist und wobei der Statorraum über einen weiteren Durchgang mit der zweiten Kammer des Hohlwellenrotors in Verbindung steht.

Weiterbildungen, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung ergeben sich auch aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen und der Zeichnung. Dabei bilden alle beschriebenen und/oder bildlich dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung oder deren Rückbeziehung.

Es zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Teilschnitt durch ein erfindungsgemäßes Linearstellglied,

Fig. 2 eine vergrößerte Darstellung des Stützlagers gemäß einer ersten Ausführungsform und

Fig. 3 eine vergrößerte Darstellung des Stützlagers gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung.

Bei dem in der Zeichnung dargestellten Linearstellglied 1 handelt es sich um einen permanent-erregten, mehrphasigen und mehrpoligen Servomotor. Ein Motorgehäuse 2 des Stellgliedes 1 ist über eine Motoraufhängung 3 an einer nicht näher dargestellten Vorrichtung, bspw. einer Schweißzange angebracht und nimmt einen drehbar gelagerten Hohlwellenrotor 4 auf. Zur Lagerung des Hohlwellenrotors 4 ist ein schwimmendes Radiallager 5 und eine Lagerkombination aus Axial- und Radiallagern 6 vorgesehen. Auf der Außenseite des Hohlwellenrotors 3 ist eine Vielzahl von über dem Umfang des Hohlwellenrotors 4 verteilten Magneten 7 angeordnet, die mit einem Magnetfeld in Wechselwirkung treten, das durch einen Stator 8 erzeugt wird, der in einem um den Hohlwellenrotor 4 vorgesehenen Statorraum 9 angebracht ist. Grundsätzlich ist es aber auch möglich, den Hohlwellenrotor in herkömmlicher Weise über ein Getriebe anzutreiben.

Mit dem Hohlwellenrotor 4 ist eine Spindelmutter 10 über eine Passfeder 11 oder dgl. drehfest verbunden. Durch die Spindelmutter 10 ist eine als Kugelrollspindel ausgebildete Spindel 12 durchgeführt, die an ihrem aus dem Motorgehäuse 2 herausragenden Ende 13 über eine nicht näher dargestellte Drehmomentenstütze gegen Verdrehen gesichert ist. Dies kann bspw. durch Verbinden der Spindel 12 mit einer Roboterschweißzange erfolgen.

An dem anderen Ende der Spindel ist ein Zapfen 14 vorgesehen, der ein weiter unten beschriebenes Stützlager 15 trägt. Der Zapfen 14 kann einstückig mit der Spindel 12 ausgebildet oder mit dieser fest verschraubt sein.

Der die Spindel 12 aufnehmende Innenraum 16 des Hohlwellenrotors 4 wird durch das Stützlager 15 in eine erste Kammer 16a und eine zweite Kammer 16b unterteilt und an dem dem Stützlager 15 abgewandten Ende der ersten Kammer 16a durch eine Kappe 17 verschlossen, die mit dem Hohlwellenrotor 4 verschraubt ist.

In der Kappe 17 sind erste Durchgänge 18 ausgebildet, über die die erste Kammer 16a des Hohlwellenrotors 4 mit einem in dem Motorgehäuse 2 ausgebildeten Resolverraum 19 in Verbindung steht. Der Resolverraum 19 ist über zweite Durchgänge 20 mit dem Statorraum 9 verbunden, welcher wiederum über dritte Durchgänge 21 mit der zweiten Kammer 16b des Hohlwellenrotors 4 kommuniziert. Hierdurch wird ein Druckausgleich zwischen den ersten und zweiten Kammern 16a, b des Hohlwellenrotors 4 ermöglicht.

In dem Resolverraum 19 ist an dem Motorgehäuse 2 ein Gebersystem (Resolver) zur Erfassung der Geschwindigkeit und Lage des Hohlwellenrotors 4 angeordnet. Der Resolver 22 erfasst über seinen an der Kappe 17 angebrachten Rotor- teil 23 die Rotationsgeschwindigkeit des Hohlwellenrotors 4 und kann dadurch die Geschwindigkeit und Lage der Spindel 12 bzw. eine an deren vorderen Ende angebrachten Werkzeugs, bspw. einer Roboterschweißzange, bestimmen und an eine programmierbare Steuerung weiterleiten, die hiervon ausgehend die von dem Linearstellglied 1 angetriebene Vorrichtung ansteuert.

Die Gestaltung des Stützlagers 15 wird anhand der vergrößerten Darstellung in den Fig. 2 und 3 erläutert. Bei der ersten Ausführungsform des Stützlagers 151 gemäß Fig. 2 weist das Stützlager 151 eine Gleitlagerhülse 30 aus bspw. mit Graphit versetztem Metall aus. In die Gleitlagerhülse 30 sind zwei als Kugellager ausgebildete Radiallager 31, 32

eingesetzt, die gegen einen Absatz 33 der Gleitlagerhülse 30 anliegen und zusätzlich über einen Distanzring 34 spannungsfrei gehalten werden. Das Stützlager 151 wird mit Hilfe von Montagescheiben 35, 36 auf dem Zapfen 14 der Spindel 12 festgeklemt.

Bei der in Fig. 3 dargestellten zweiten Ausführungsform des Stützlagers 152 ist eine als zweiteiliger Ring 40a, 40b ausgebildete Gleitlagerhülse 40 vorgesehen, auf die ein herkömmliches Gleitlager 40c aufgeschoben ist. Zwei als Kugellager ausgebildete Radiallager 41, 42 sind in die Gleitlagerhülse eingeschoben und liegen an Absätzen 43a, b der Ringe 40a, b an. Auch die Radiallager 41, 42 werden über einen Distanzring 44 spannungsfrei gehalten und mit Hilfe von Montagescheiben 45, 46 auf den Zapfen 14 der Spindel 12 festgeklemt.

Das erfindungsgemäße Linearstellglied 1 ist im wesentlichen wie oben beschrieben mit einem Stützlager 151 oder 152 ausgebildet. Da die Wirkung der Stützlagervarianten 151 und 152 im wesentlichen gleich ist, wird nachfolgend für beide Varianten eine gemeinsame Beschreibung der Funktionsweise des Linearstellgliedes 1 gegeben.

Der permanent-erregte, insbesondere 3-phasige und 6-polige Servomotor treibt den Hohlwellenrotor 4 mit Hilfe des durch den Stator 8 erzeugten Magnetfeldes an, so dass sich der Rotor 4 dreht. Dadurch dreht sich auch die mit dem Rotor 4 drehfest verbundene Spindelmutter 10 und fährt die Spindel 12 je nach Drehrichtung des Motors aus dem Hohlwellenrotors 4 aus oder in diesen hinein. Hierbei werden die durch die translatorische Bewegung der Spindel 12 erzeugten Axialkräfte durch das Gleitlager 30, 40 des Stützlagers 151 bzw. 152 aufgenommen, während die durch die Rotation des Hohlwellenrotors 4 erzeugten Radialkräfte durch die Radiallager 31, 32 bzw. 41, 42 des Stützlagers 151 bzw. 152 aufgenommen werden. Da das Stützlager 15 die Axial- und Radialkräfte aufnimmt, wird das Gewinde der Spindel 12 im wesentlichen nicht belastet, so dass seine Lebensdauer wesentlich erhöht wird.

Bei einer Hin- und Herbewegung der Spindel 12 in dem Hohlwellenrotor 4 stehen die erste und zweite Kammer 16a, 16b des Hohlwellenrotors 4 über die Durchgänge 18, 20 und 21 miteinander in Verbindung, so dass ein Druckausgleich erfolgt und sich keine die Motorfunktion beeinträchtigende erhöhter Druck aufbauen kann.

Die Drehbewegung der mit dem Hohlwellenrotor 4 verbundenen Kappe 17 wird über das Gebersystem 22 erfasst und hieraus die Geschwindigkeit und Lage des Hohlwellenrotors 4 bestimmt. Da durch die Kappe 17 eine dem Rotor eines Standardmotors entsprechende Rotorausführung erreicht wird, kann ein kostengünstiges marktübliches Rückmeldesystem 22 verwendet werden.

Nachdem die auf die Spindel 12 wirkenden Axial- und Radialkräfte im wesentlichen durch das Stützlager 15 aufgenommen werden, wird die Spindelmutter 10 von auftretenden Querkraften entlastet, so dass sich die Lebensdauer der Spindeleinheit wesentlich verlängern lässt. Gleichzeitig wird auch die Erwärmung der Spindeleinheit und die Belastung der Wälzelemente stark verringert. Hierdurch ist es möglich, als Spindel 12 eine Kugelrollspindel zu verwenden, die kostengünstig hergestellt werden kann.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Linearstellglied
- 2 Motorgehäuse
- 3 Motoraufhängung
- 4 Hohlwellenrotor
- 5 Radiallager
- 6 Lagerkombination

- 7 Magnet
- 8 Stator
- 9 Statorraum
- 10 Spindelmutter
- 11 Passfeder
- 12 Spindel
- 13 vorderes Ende der Spindel
- 14 Zapfen
- 15 Stützlager
- 16 Innenraum
- 16a erste Kammer
- 16b zweite Kammer
- 17 Kappe
- 18 erster Durchgang
- 19 Resolterraum
- 20 zweiter Durchgang
- 21 dritter Durchgang
- 22 Gebersystem, Resolver
- 23 Stift
- 30 Gleitlagerhülse
- 31 Radiallager
- 32 Radiallager
- 33 Absatz
- 34 Distanzring
- 35 Montagescheibe
- 36 Montagescheibe
- 40 Gleitlagerhülse
- 40a, b Ring
- 40c Gleitlager
- 41 Radiallager
- 42 Radiallager
- 43a, b Absatz
- 44 Distanzring
- 45 Montagescheibe
- 46 Montagescheibe

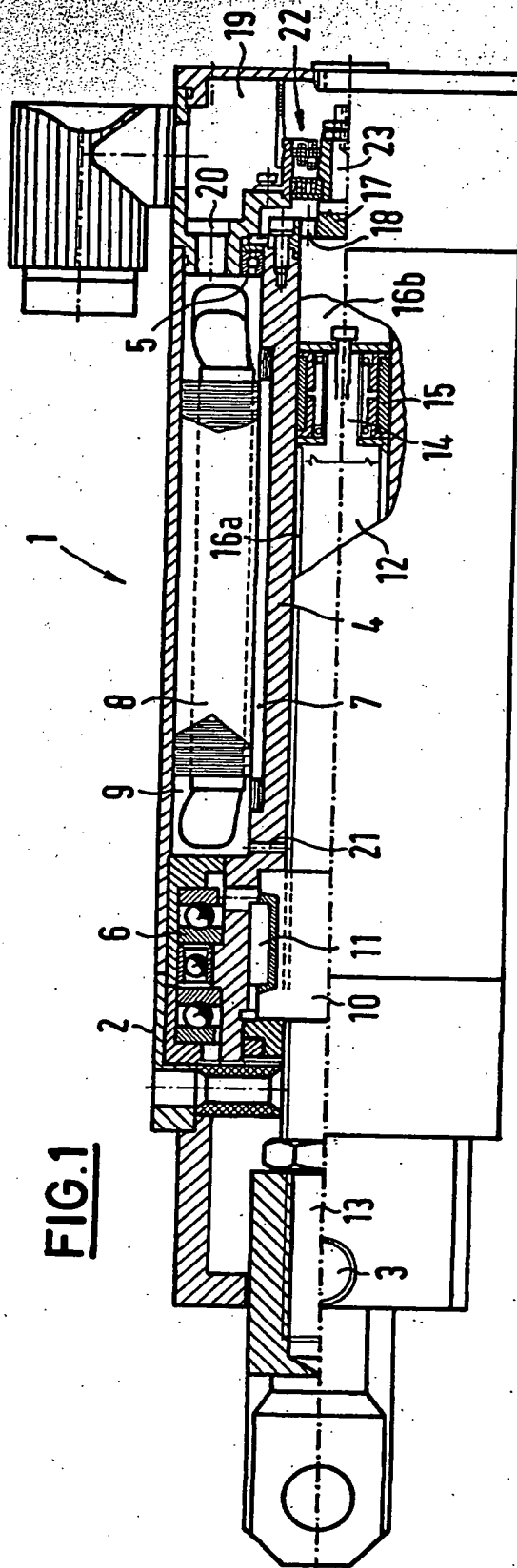
#### Patentansprüche

1. Linearstellglied für die Umsetzung einer rotatori-  
schen Antriebskraft in eine translatorische Stellbewe- 40  
gung mit:  
einem Gehäuse (2),  
einem in dem Gehäuse (2) drehbar gelagerten, bspw.  
permanentterregten Hohlwellenrotor (4), der über einen  
mehrphasigen Stator (8) oder dgl. drehangetrieben 45  
wird, und  
einer in dem Hohlwellenrotor (4) längsverschieblich  
angeordneten Spindel (12), die mit einer mit dem Hohl-  
wellenrotor (4) verbundenen Spindelmutter (10) in Ge-  
windeeingriff steht und gegen eine Drehung abgestützt 50  
ist,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass die Spindel (12) in  
dem Hohlwellenrotor (4) über ein gleitendes Stützlager  
(15) gelagert ist, das auf der Spindel (12) angebracht ist  
und sich mit dieser innerhalb des Hohlwellenrotors (4) 55  
verschiebt.
2. Linearstellglied nach Anspruch 1, dadurch gekenn-  
zeichnet, dass vorzugsweise an dem der Spindelmutter  
(10) abgewandten Ende der Spindel (12) ein zapfen 60  
(14) vorgesehen ist, auf dem das Stützlager (15) ange-  
bracht ist.
3. Linearstellglied nach Anspruch 1 oder 2, dadurch  
gekennzeichnet, dass das Stützlager (15) eine Gleitla-  
gerhülse (30, 40) aufweist, in welche ein oder mehrere  
Radiallager (31, 32; 41, 42) eingebracht sind. 65
4. Linearstellglied nach Anspruch 3, dadurch gekenn-  
zeichnet, dass die Gleitlagerhülse (30) eine vorzugs-  
weise mit Graphit oder dgl. versetzte Metallhülse ist.

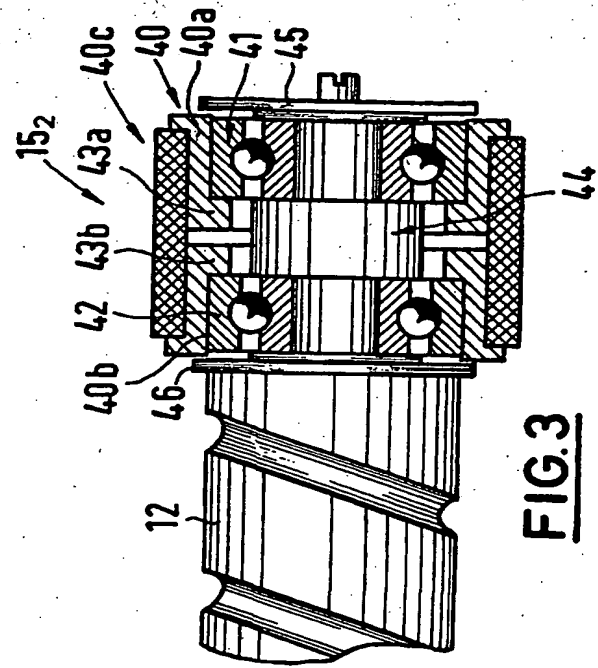
5. Linearstellglied nach Anspruch 3, dadurch gekenn-  
zeichnet, dass die Gleitlagerhülse (40) einen vorzugs-  
weise zweiteiligen Ring (40a, 40b) aufweist, auf den  
ein Gleitlager (40c) aufgeschoben ist.
6. Linearstellglied nach einem der Ansprüche 3 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Radialla-  
gern (31, 32; 41, 42) ein Distanzring (34; 44) oder dgl.  
vorgesehen ist.
7. Linearstellglied nach einem der vorhergehenden  
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Stützla-  
ger (15) über Montagescheiben (34, 36; 44, 46) oder  
dgl. fest auf der Spindel (12) verklemmt wird.
8. Linearstellglied nach einem der vorhergehenden  
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Hohl-  
wellenrotor (4) an seinem dem Stützlager (15) der  
Spindel (12) zugewandten Ende über eine Kappe (17)  
oder dgl. verschlossen ist.
9. Linearstellglied nach Anspruch 8, dadurch gekenn-  
zeichnet, dass der Kappe (17) oder dgl. ein Gebersys-  
tem (22) zur Erfassung der Geschwindigkeit und Lage  
des Hohlwellenrotors (4) zugeordnet ist.
10. Linearstellglied nach einem der vorhergehenden  
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der die Spin-  
del (12) aufnehmende Innenraum (16) des Hohlwellen-  
rotors (4) durch das Stützlager (15) in eine erste und  
eine zweite Kammer (16a, b) unterteilt wird und dass  
die erste und die zweite Kammer (16a, b) über Durch-  
gänge (18, 20, 21) miteinander in Verbindung stehen.
11. Linearstellglied nach Anspruch 10, dadurch ge-  
kennzeichnet, dass in der Kappe (17) ein erster Durch-  
gang (18) ausgebildet ist, über den die erste Kammer  
(16a) des Hohlwellenrotors (4) mit einem das Gebersys-  
tem (22) aufnehmenden Resolterraum (19) verbun-  
den ist, dass der Resolterraum (19) über einen zweiten  
Durchgang (20) mit einem den Stator (8) oder dgl. auf-  
nehmenden Statorraum (9) verbunden ist und dass der  
Statorraum (9) über einen dritten Durchgang (21) mit  
der zweiten Kammer (16b) des Hohlwellenrotors (4) in  
Verbindung steht.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

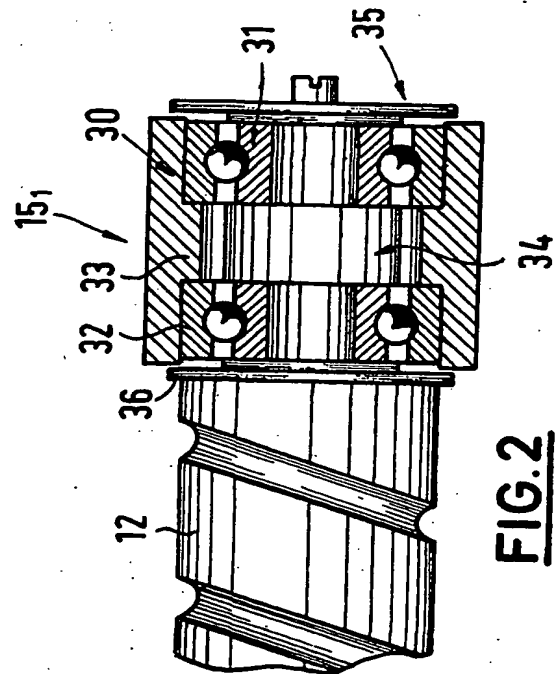
- Leerseite -



**FIG. 1**



**FIG. 3**



**FIG. 2**